

Derwent WPI
(c) 2005 Thomson Derwent. All rights reserved.

011023189 **Image available**

WPI Acc No: 1997-001113/199701

XRAM Acc No: C97-000308

Dynamic computerised monitoring and control of pressure injection moulding unit - using data or measurements as desired values which correspond to quality product and comparing them to actual values to display results as comparative piston displacement, velocity and pressure curves over time.

Patent Assignee: MUELLER WEINGARTEN AG (MAWE); MASCHFAB MUELLER WEINGARTEN AG (MAWE)

Inventor: FREY R; STUMMER F

Number of Countries: 006 Number of Patents: 006

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
EP 744267	A2	19961127	EP 96108061	A	19960521	199701 B
DE 19620288	A1	19961128	DE 1020288	A	19960521	199702
EP 744267	A3	19971022	EP 96108061	A	19960521	199814
EP 744267	B1	20010711	EP 96108061	A	19960521	200140
DE 59607255	G	20010816	DE 507255	A	19960521	200148
			EP 96108061	A	19960521	
ES 2160744	T3	20011116	EP 96108061	A	19960521	200201

Priority Applications (No Type Date): DE 1019002 A 19950524

Cited Patents: No-SR.Pub; 7.Jnl.Ref; DE 3021978; EP 128722; EP 361837; EP 531532; EP 644030; JP 1014015; JP 2059316; JP 6238729; JP 59214629; JP 60107315; JP 60120026; JP 62023722

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
-----------	------	-----	----	----------	--------------

EP 744267	A2	G	15	B29C-045/77	
-----------	----	---	----	-------------	--

Designated States (Regional): CH DE ES FR IT LI

DE 19620288	A1		14	B22D-017/32	
-------------	----	--	----	-------------	--

EP 744267	A3			B29C-045/77	
-----------	----	--	--	-------------	--

EP 744267	B1	G		B29C-045/77	
-----------	----	---	--	-------------	--

Designated States (Regional): CH DE ES FR IT LI

DE 59607255	G			B29C-045/77	Based on patent EP 744267
-------------	---	--	--	-------------	---------------------------

ES 2160744	T3			B29C-045/77	Based on patent EP 744267
------------	----	--	--	-------------	---------------------------

Abstract (Basic): EP 744267 A

This process monitors and/or controls a pressure injection moulding unit. Desired settings are loaded manually into the computer associated with the machine. Alternatively or in addn., other fixed predetermined input values form the so-called desired operating profile curves and/or desired points with defined positions are input. During an injection cycle process parameters are measured by sensors and supplied to the computer, to construct the so-called actual profile curves. Process monitoring or control is carried out by comparison of actual and desired profiles and/or corresp. points.

Also claimed is a measurement system, essentially as described in the procedure.

USE - A procedure for monitoring and/or control of a pressure injection moulding machine, measuring values in real time, dynamically on-line, and comparing them with desired values.

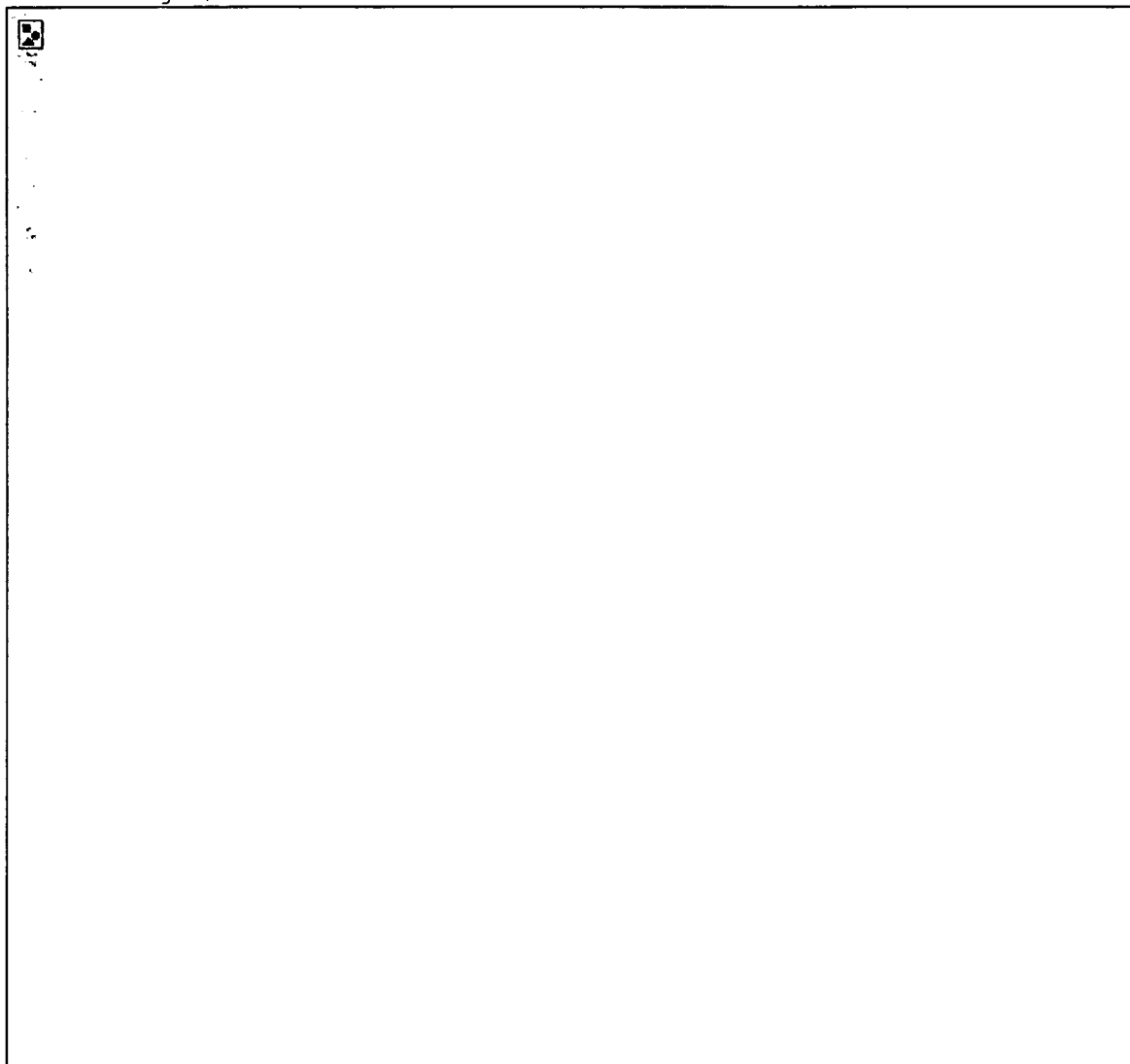
ADVANTAGE - Desired and actual value curves are automatically compared in the computer using known techniques, essentially to detect

Rest Available Conv

THIS PAGE BLANK (ISPT)

deviations from desired or measured values known to produce a good quality product. Tabular data is input. The system may used to display actual and desired speed, pressure and velocity curves in terms of time and displacement.

Dwg.7/11



Title Terms: DYNAMIC; COMPUTER; MONITOR; CONTROL; PRESSURE; INJECTION;
MOULD; UNIT; DATA; MEASURE; VALUE; CORRESPOND; QUALITY; PRODUCT; COMPARE;
ACTUAL; VALUE; DISPLAY; RESULT; COMPARE; PISTON; DISPLACEMENT; VELOCITY;
PRESSURE; CURVE; TIME

Derwent Class: A32; X25

International Patent Class (Main): B22D-017/32; B29C-045/77

International Patent Class (Additional): B29C-045/53; B29C-045/84

File Segment: CPI; EPI

Manual Codes (CPI/A-N): A09-D01; A11-B12C

Manual Codes (EPI/S-X): X25-A06

Polymer Indexing (PS):

001 018; P0000; S9999 S1434

002 018; ND05; ND07; K9416; N9999 N6484-R N6440; N9999 N6622 N6611;

THIS PAGE BLANK (USPTO)

N9999 N6382-R; J9999 J2915-R; N9999 N6360 N6337

THIS PAGE BLANK (USPTO)



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 20 288 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁸:
B 22 D 17/32
B 29 C 45/84
B 29 C 45/53

②1 Aktenzeichen: 196 20 288.4
②2 Anmeldetag: 21. 5. 96
④8 Offenlegungstag: 28. 11. 96

DE 196 20 288 A 1

③0 Innere Priorität: ③2 ③3 ③1
24.05.95 DE 195190025

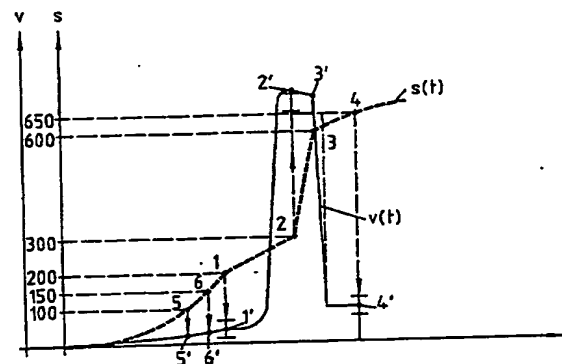
⑦1 Anmelder:
Müller-Weingarten AG, 88250 Weingarten, DE

⑦4 Vertreter:
Eisele, Dr. Otten & Dr. Roth, 88214 Ravensburg

⑦2 Erfinder:
Stummer, Friedrich, Dr.-Ing., 70736 Fellbach, DE;
Frey, Rolf, 73650 Winterbach, DE

⑤4 Verfahren zur Prozeßüberwachung und/oder Regelung einer Druckgießmaschine

⑤7 Es wird ein Verfahren zur Prozeßüberwachung und/oder Regelung des Gießaggregats einer Druckgießmaschine vorgeschlagen, mittels welcher Soll-Profilkurven für die Einstellung der Druckgießmaschine mit gemessenen Ist-Profilkurven vorgenommen werden. Hierfür ist es insbesondere vorgesehen, daß eine Zuordnung der Gießkolbengeschwindigkeit zum Gießkolbenweg und/oder des Gießkolbendrucks zum Gießkolbenweg bzw. einer zugehörigen Gießzeit für gemessene Ist-Werte erfolgt, die mit eingegebenen Werten und/oder Masterkurven bei beliebigen, jedoch übereinstimmenden Wegpositionen des Gießkolbens verglichen werden.



DE 196 20 288 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Prozeßüberwachung und/oder Regelung einer Druckgießmaschine.

Stand der Technik

Aus der Literaturstelle Gießerei 68 (1981) Nr. 18, Seite 531 ff., ist eine automatische Gießprozeßüberwachung beim Druckgießen bekanntgeworden, die das prinzipielle Verfahren der Druckgießsteuerung bzw. -überwachung aufzeigt. Dabei gehen die bis dahin bekannten Gießprozeßüberwachungssysteme davon aus, daß während des laufenden Gießprozesses gemessene Ist-Werte der verschiedensten Parameter mit vorgegebenen Sollwerten verglichen und im gleichen oder nachfolgenden Gießzyklus gegebenenfalls Korrekturen zur Anpassung z. B. einer Ist-Wert-Kurve an eine Sollwert-Kurve durchgeführt werden.

Aus einem weiterhin bekannten Verfahren zu Überwachung des Einspritzvorgangs bei einer Kunststoff-Spritzgießmaschine gemäß der EP 0 128 722 B1 werden Parameterwerte beim Herstellungsprozeß als Referenzdaten zur Bildung einer Referenzkurve für solche hergestellten Produkte verwendet, die als Gußteile mit noch guter Qualität bewertet wurden. Bei der späteren Serienfertigung werden dann die gemessenen Ist-Daten mit den so ermittelten vorgegebenen Referenzdaten verglichen, wobei Toleranzgrenzen die noch zulässigen Abweichungen bestimmen.

Das Einfahren einer neuen Druckgießform ist demzufolge mit einer umfangreichen Experimentierphase verbunden, um brauchbare Einstell- und Referenzwerte für die spätere Serienfertigung zu erhalten. Dabei wird diese Experimentierphase durch manuelles Eingeben der verschiedensten Parameter vollzogen, d. h., der eigentlichen Serienfertigung wird eine Versuchsfertigung mit manuell eingegebenen Parametern vorgeschaltet.

Bezüglich der Maschinensteuerung einer Druckgießmaschine sowie den damit verbundenen Steuerkurven wird ergänzend auf die Literaturstelle Ernst Brunnhuber: Praxis der Druckgußfertigung 1980, Seite 82 ff. verwiesen. Insbesondere ist auf Seite 93 ff. die Meßtechnik des Gießantriebs erläutert, wonach eine Messung und Aufzeichnung des Gießkolbenwegs sowie des Gießkolbendrucks in Abhängigkeit der Zeit erfolgt. Eine Auswertung und Berechnung der Gießkolbengeschwindigkeit, aus dem in Abhängigkeit von der Zeit gemessenen Kolbenweg, kann in einem Meßrechner erfolgen und das Ergebnis wird in der Regel digital angezeigt. Die Druckmessung geschieht mittels eines Druckgebers am Antriebszylinder, der ebenfalls am Meßrechner angeschlossen ist. Damit werden Druck, Zeit und Gießkolbengeschwindigkeit erfaßt.

Verwiesen wird weiterhin auf die EP 361 837 B1 (Ube) bei welcher die Regelung des Gießverfahrens durch Vorgabe einer Weg-Zeit-Sollkurve des Gießkolbens erfolgt, wobei eine Regelung der tatsächlichen Hubbewegung des Preßstempels im Sinne eines Nachfahrens der Sollkurve erfolgt.

Aus der Literaturstelle Gießerei 79, 1992, Nr. 9, 27. April, S. 347—354, ist ein echtzeitgeregeltes Gießaggregat bekannt geworden. Eine Meßeinrichtung selbst wird nicht näher beschrieben. Auf Seite 349 dieser Literaturstelle ist eine Programmierung der Umschaltung auf Druckregelung bei einer "abfallenden Druckflanke" beschrieben. Dabei erfolgt die Umschaltung nach Erreichen eines Wegpunktes, nach Erreichen eines Druckes

und nach Erreichen einer bestimmten Geschwindigkeit.

Auf Seite 350 dieser Literaturstelle wird in einer typischen Gießkurvendarstellung eine Relation zwischen Weg- und Geschwindigkeitspunkten dargestellt. Auf den Auswertungsvorgang in einem Meßgerät wird jedoch nicht Bezug genommen. Insbesondere ist in dieser Literaturstelle kein Hinweis enthalten, wie eine automatische Auswertung von Meßkurven in Relation zur Maschineneinstellung erfolgt.

Auch aus der Literaturstelle Gießerei 80, 1993, Nr. 8, 19. April, S. 247—252 ist kein Hinweis enthalten, wie eine automatische Auswertung von Meßkurven in Relation zur Maschineneinstellung im einzelnen erfolgen soll.

Zum Verständnis der Erfindung wird generell auf folgendes hingewiesen:

Bei der automatischen Auswertung von Meßkurven an Druckgießmaschinen unterscheidet man sogenannte unregelte und geregelte Druckgießmaschinen.

Die Einstellung von unregelmäßig Druckgießmaschinen erfolgt beispielsweise durch Aufzeichnung und Überwachung verschiedener Parameter in einem Meßwert-Erfassungssystem, wobei diese mit statistischen Methoden ausgewertet werden. So können beispielsweise Funktion $p(t)$, $s(t)$ sowie $v(t)$ als Meßdiagramm vorliegen und die für den Druckgußprozeß relevanten Parametern werden in digitaler Form angezeigt. Diese digitalen Werte werden aus einer druckgußspezifischen Kurve automatisch bestimmt. Hierdurch kann z. B. die Ermittlung des Umschaltpunktes zwischen der ersten und zweiten Druckgießphase bei der ersten sprungartigen Änderung des Wegsignals erfolgen. Weiterhin kann die Nachdruckphase sowie die Nachdruckverzögerung problemlos den Kurven entnommen werden. Die so digital vorliegenden Werte können vom Meßrechner weiterverarbeitet und durch statistische Methoden ausgewertet werden.

Bei geregelten Druckgießmaschinen besteht die Möglichkeit, die Einstellung des Gießaggregats über Profilkurven vorzunehmen. Dabei kann die Programmierung der Druckgießmaschine beispielsweise durch Eingabe einer Sollprofilkurve für die Geschwindigkeit erfolgen ($f = v(s)$). Zu charakteristischen Schaltpunkten bzw. Gießkolbenstellungen wird demnach die zugehörige Sollgeschwindigkeit eingegeben, wobei eine Rampenfunktion berücksichtigt werden kann. Diese Soll-Profilkurve kann über den gesamten Verlauf des Druckgießvorgangs, d. h., über die Vorlaufphase der Formfüllphase und der Nachdruckphase eingegeben werden. Eine in den Meßrechner eingegebene Soll-Profilkurve $f = v(s)$ ist allerdings mit der im Meßrechner angezeigten Ist-Kurve $f = v(t)$ nicht direkt vergleichbar. Es müssen demnach Anpassungsmaßnahmen getroffen werden.

Aufgabe der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren vorzuschlagen, mittels welcher die Soll-Profilkurven für die Einstellung der Druckgießmaschine im Meßrechner automatisch mit der Ist-Kurve verglichen werden kann. Insbesondere ist es auch Aufgabe der Erfindung, eine Zeitabstimmung zwischen Soll-Profilkurven und Ist-Profilkurven im Meßrechner vorzunehmen und zwar unabhängig von einer Triggerung (Start) der Meßwertaufnahme. Beim Vergleich der Soll- und Ist-Profilkurven sollen Toleranzgrenzen berücksichtigt werden. Durch Vorgabe einer Masterkurve im Meßrechner sollen mittels eines einfachen Verfahrens belie-

bige Punkte ausgewählt werden können, die zur Auswertung zur Verfügung stehen, wobei auch beliebige Zwischenwerte mit einbezogen werden können.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale insbesondere des Anspruchs 1 gelöst. In den weiteren Ansprüchen sind vorteilhafte und zweckmäßige Weiterbildungen und Ergänzungen der Erfindung angegeben.

Vorteile der Erfindung

Bei der vorliegenden Erfindung findet demzufolge ein automatischer Vergleich der Einstellparameter eines Gießaggregats mit den gemessenen Gießparametern statt. Dabei liegt die Besonderheit der Meßeinrichtung darin, daß alle Einstelldaten (Soll-Werte) des Gießaggregats in Meßrechnern derart generiert werden, daß nach Aufzeichnung von Ist-Kurven ein sofortiger automatischer Vergleich mit den Einstelldaten bzw. den Einstellkurven erfolgen kann.

Eine Besonderheit liegt darin, daß die Einstelldaten der Druckgießmaschine aus einer tabellarischen Eingabe bestehen, aus der eine Geschwindigkeits-Profilkurve abgeleitet werden kann und die einzelnen Geschwindigkeitspunkte entsprechenden Gießkolbenstellungen zugeordnet sind. Das Meßsystem zeichnet dann die Geschwindigkeit-Kurve als v/t -Kurve auf, wobei die Ermittlung der Ist-Geschwindigkeit vom Meßsystem in der Weise durchgeführt wird, daß auf die einzelnen relevanten eingegebenen Punkte auf der s/t -Kurve senkrechte Strahlen gelegt werden und daß am Schnittpunkt mit der v/t -Kurve die Ist-Geschwindigkeitswerte automatisch ermittelt werden können.

In alternativer Ausführungsform können die Einstelldaten der Druckgießmaschine aus einer tabellarischen Eingabe bestehen, aus der eine Druckprofilkurve abgeleitet werden kann. Dabei sind die einzelnen Druckpunkte entsprechenden Zeitwerten nach "Gießkolbenstop" am Ende der Formfüllung zugeordnet.

Daß Meßsystem zeichnet die Druckkurve als p/t -Kurve auf, wobei insbesondere der Meßpunkt "Gießkolbenstop" durch die abfallende Druckflanke an der Kolbenstangenseite des Gießzylinders gebildet wird. Ausgehend von diesem Signal wird vom Meßsystem ein senkrechter Strahl T_0 generiert. Auf den Zeitabschnitten ($T_0 + X$), die bei Eingabe der Druckprofiltafel festgelegt worden sind, werden im Meßsystem weitere senkrechte Strahlen generiert. Die Schnittpunkte mit der Ist-Druckkurve werden mit den tabellarischen Einstellwerten der Maschineneinstellung verglichen und ausgewertet.

Eine weitere Besonderheit der Erfindung liegt darin, daß bei der Eingabe der Maschineneinstellenden durch den Bediener gleichzeitig obere und untere Toleranzgrenzen mit eingegeben werden können. Dem Meßsystem liegen dann die Besonderheiten zugrunde, daß die Toleranzgrenzen auf den Strahlen wie oben beschrieben in dem Meßaufschrieb automatisch mit angezeigt werden und die Abweichung zum Soll-Wert digital als Zahlenwert dargestellt werden können.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung sind in der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Zuhilfenahme von Zeichnungen näher erläutert. Dabei enthalten die Zeichnungen sowohl Datendiagramme als auch graphische Kurvendarstellungen.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung

An einer geregelten Druckgießmaschine können beispielsweise folgende Profilkurven gefahren werden:

- Geschwindigkeitsprofilkurve
- Druckprofilkurve.

Die Einstelldaten der Druckgießmaschine werden in bekannter Weise über eine entsprechende Schnittstelle an einen Meßrechner übertragen. Zur Herstellung z. B. eines Geschwindigkeitsprofils als Sollkurve stehen dem Meßrechner z. B. die in der Fig. 1 dargestellten Daten zur Verfügung. In der Spalte 1 dieser Tabelle sind charakteristische Wegpunkte der Gießkolbenstellung als Punkte 1 bis 4 dargestellt, die der in Spalte 2 angegebenen Position des Gießkolbens entsprechen. Zu diesen Positionen wird eine in Spalte 3 angegebene Soll-Geschwindigkeit vorgegeben, wobei das Vorliegen einer Rampe mit den Buchstaben J (Ja) und keine Rampe mit dem Buchstaben N (Nein) näher beschrieben ist. In den beiden rechten Spalten werden Grenzwerte manuell eingegeben, wobei minimale und maximale Grenzwerte definiert werden. Bezüglich den Weg- und Geschwindigkeitsdaten erfolgt eine automatische Datenübernahme von der Druckgießmaschinen-Einstellung. Im Meßrechner werden die in Fig. 1 angegebenen Daten tabellarisch dargestellt, wobei die angegebenen Grenzwerte durch manuelle Eingabe hinzugefügt werden. Fig. 1a zeigt eine graphische Darstellung der tabellarischen Soll-Werte nach Fig. 1 insbesondere auch mit der Rampenausbildung durch die angegebenen Winkel α , β . Im Meßrechner werden nun für jeden Gießzyklus oder -schuß die Kurven

$$f = s(t) \text{ sowie}$$

$$f = v(t)$$

dargestellt, wie dies in der Fig. 2 wiedergegeben ist. Hier handelt es sich demnach um Ist-Profilkurven.

In diesem Diagramm nach Fig. 2 wird erfindungsgegemäß im $s(t)$ - und $v(t)$ -Diagramm einem vorgegebenen Wegpunkt der Punkte 1 bis 4 aus Fig. 1 der jeweils zugehörige Ist-Geschwindigkeitspunkt 1' bis 4' zugeordnet. Dies ist in Fig. 2 durch eine Pfeildarstellung vom Punkt 1 zum Punkt 1' bis Punkt 4 zum Punkt 4' graphisch dargestellt. Die so gemessenen und in der Fig. 2 dargestellten Geschwindigkeitspunkte 1' bis 4' auf der Kurve $v(t)$ werden im Meßrechner tabellarisch dargestellt und nach Eingabe von Toleranzgrenzen automatisch bewertet, wie dies die Fig. 3 zeigt.

In dem tabellarischen Vergleich nach Fig. 3 werden demnach aus dem zu Fig. 1 aufgestellten Weg-Geschwindigkeitsprofil die Soll-Geschwindigkeiten in den Punkten 1 bis 4 bzw. den zugehörigen Positionen nach Spalte 2 in Fig. 1 verglichen mit den aus Fig. 2 graphisch ermittelten Ist-Geschwindigkeiten in den Punkten 1' bis 4', die zu den zugehörigen Punkten 1 bis 4 in Fig. 2 ermittelt worden sind. Beispielsweise beträgt die Soll-Geschwindigkeit im Punkt 3 nach der Tabelle nach Fig. 1 3,5 m/s, während die aus der Fig. 2 ermittelten Ist-Geschwindigkeit in Punkt 3, 3,4 m/s beträgt. Das Toleranzfeld bzw. die Grenzwerte in Fig. 1 wurden festgelegt auf min. 3,4 und max. 3,6 m/s. Die mit 3,4 m/s gemessene Ist-Geschwindigkeit liegt deshalb innerhalb des festgelegten Toleranzfeldes.

Im Punkt 2, d. h., in der Position 300 mm des Gießkolbens wird beispielsweise eine Sollgeschwindigkeit von 3,5 m/s gemäß Fig. 1 vorgegeben. Zu dieser Sollgeschwindigkeit wird gemäß den gemessenen $s(t)$ - und $v(t)$ -

(t)-Ist-Kurven bei einer zugehörigen Kolbenposition von 300 mm eine Ist-Geschwindigkeit im Punkt 2' von 3,7 m/s ermittelt. Nachdem zu diesem Punkt 2 die Grenzwerte zwischen 3,4 und 3,6 m/s festgelegt wurden (s. Fig. 1) liegt der Wert der Ist-Geschwindigkeit in Punkt 2 von 3,7 m/s außerhalb der Toleranzgrenze. Dies ist in Fig. 3 durch eine Toleranzverletzung in Punkt 2 (schraffiertes Feld) angezeigt.

Die Fig. 3 enthält demzufolge nochmals die tabellari-
schen Werte der Fig. 1 als Sollwerte der Geschwindig-
keit zu bestimmten Punkten bzw. Positionen des Gieß-
kolbens. Gleichermaßen sind die Grenzwerte aus Fig. 1
nochmals in Fig. 3 aufgenommen. Diesen Sollwerten
sind in Fig. 3 die aus der Fig. 2 ermittelten Ist-Ge-
schwindigkeiten in den einzelnen Punkten hinzugefügt,
die beispielsweise in den Punkten 1 bis 4 bei den Gieß-
kolbenstellungen 200, 300, 600 und 650 mm graphisch
und tabellarisch ermittelt werden. Diese Ermittlung der
Ist-Geschwindigkeit auf der Kurve $v(t)$ zu den zugehö-
rigen Punkten 1 bis 4 ist in Fig. 2 durch Darstellung der
Punkte 1' bis 4' wiedergegeben.

Gemäß der Darstellung der Erfindung nach Fig. 4,
Fig. 4 a, können selbstverständlich neben den in den
Fig. 1 und 3 dargestellten charakteristischen Wegpunk-
ten 1 bis 4, die z. B. durch die Maschineneinstellung fest-
gelegt worden sind, weitere beliebige Zwischenwerte
nach dem gleichen Verfahren überwacht werden. Bei-
spielsweise werden in der Tabelle nach Fig. 4 gemäß der
Fig. 1a in Verbindung mit Fig. 4a zwei Zwischenpunkte
5 und 6 bei der Wegposition 100 bzw. 150 mm manuell
festgelegt. Bei Eingabe dieser Wegpunkt-Zwischenwerte
wird nun vom Meßrechner der jeweilige zugehörige
Sollwert der Geschwindigkeit durch Interpolation er-
rechnet, d. h., die Sollgeschwindigkeit im Punkt 5 mit
0,05 m/s und im Punkt 6 mit 0,075 m/s wird vom Rech-
ner als Zwischenwerte interpoliert. Liegen diese Weg/
Geschwindigkeitswerte fest, so kann wiederum ein Ver-
gleich mit den gemessenen Profilkurven $s(t)$ und $v(t)$
nach Fig. 2 stattfinden, d. h., bei den vorgegebenen Posi-
tionen 100 und 150 mm werden auf der $s(t)$ -Ist-Kurve
die Punkte 5 und 6 an diesen Wegpositionen ermittelt
und die zugehörigen Geschwindigkeitswerte auf der Ist-
Geschwindigkeitskurve $v(t)$ ermittelt. Diese Geschwin-
digkeitswerte sind mit 5', 6' in Fig. 2 dargestellt. Diese
ermittelten Ist-Geschwindigkeiten können dann wieder-
um in der Tabelle nach Fig. 4 dargestellt werden, was
analog zum zuvor beschriebenen Verfahren nach Fig. 2
und 3 erfolgt.

Das zuvor für Geschwindigkeitsprofilkurven darge-
stellte Verfahren läßt sich sinngemäß ebenfalls für
Druckprofilkurven durchführen. Dies wird nachfolgend
näher erläutert.

Analog zur Tabelle nach Fig. 1 stehen dem Meßrech-
ner der Druckgießmaschine die z. B. in Fig. 5 aufgeführ-
ten Einstelldaten als Solldaten zur Verfügung. Bei den in
der linken Spalte dieser Tabelle aufgeführten Punkten
handelt es sich wiederum um charakteristische Einstell-
punkte bzw. Schaltpunkte, die durch die Maschinenein-
stellung festgelegt sind. Es erfolgt wiederum eine auto-
matische Datenübernahme von der Druckgießmaschi-
nen-Einstellung mit einer Festlegung des gewünschten
Drucks in Abhängigkeit der Zeit sowie der Vorgabe
einer Rampe. Die in den beiden rechten Spalten von
Fig. 5 angegebenen Grenzwerte werden ebenfalls ma-
nuell eingegeben. Eine zugehörige graphische Darstel-
lung der $p(t)$ -Sollprofilkurve nach der Tabelle nach
Fig. 5 ist in Fig. 6 wiedergegeben.

Charakteristisch an der Tabelle nach Fig. 5 ist die

Wahl des "Zeitpunkts Null", zum Punkt 1, die entspre-
chend dem Nahezu-Stillstand des Gießkolbens zwi-
schen der Formfüllphase und der Nachdruckphase ge-
wählt wird (s. Fig. 6). Dieser Zeitpunkt Null wird für die
Aktivierung des Druckprofils gewählt. Im Meßrechner
werden diese Daten tabellarisch dargestellt und können
durch manuelle Eingaben mit den Minimum- bzw. Ma-
ximumgrenzwerten versehen werden.

Im Meßrechner wird nunmehr für jeden Gießzyklus
bzw. -schuß die Funktion $f = p(t)$ als Ist-Profildruckkur-
ve gemessen und aufgezeichnet. Dieser gibt z. B. eine in
der Fig. 9 dargestellte Druck/Zeitkurve. Um die nach
Fig. 9 gemessene Ist-Kurve mit der im Meßrechner ge-
speicherten Sollkurve nach Fig. 6 entsprechend den
Werten nach Fig. 5 vergleichen zu können, muß gemäß
obiger Ausführung auf der gemessenen Kurve nach
Fig. 9 der "Zeitpunkt Null" für die Aktivierung des
Druckprofils festgelegt werden. Dies geschieht bei-
spielsweise durch das nachfolgend beschriebene Ver-
fahren:

Bei dem in Fig. 7 dargestellten Gießaggregat 11 erfolgt
die Regelung der Geschwindigkeit des Gießkolbens 12
mittels eines Servoventils 13. Während die Bewegung
des Gießkolbens 12 steht an einem, auf der der Druck-
seite 23 gegenüberliegenden Seite 24 des Hydraulik-An-
triebskolbens 25 angeordneten Druckaufnehmer 14 ein
hydraulischer Druck an, der abhängig ist vom Antriebs-
druck des Hydro-Speichers 15 und von der Geschwin-
digkeit des Gießkolbens 12. Gegen Ende der Formfüll-
phase ist die Form mit Metall gefüllt und der Gießkol-
ben 12 kommt nahezu zum Stillstand. In diesem Augen-
blick wird der Druck am Aufnehmer 14 schlagartig bis
annähernd null bar abgesenkt. Diese Absenkung des
Drucks am Druckaufnehmer 14 wird zusammen mit ei-
ner Wegvorgabe am Gießkolben 12 als Signal für den
Meßrechner für den "Zeitpunkt Null" gewählt, der zur
Aktivierung der Soll-Profilkurve auf der Ist-Profilkurve
verwendet wird. Die Wegvorgabe ist als logische Bedin-
gung erforderlich, um sicherzustellen, daß die Druckab-
senkung am Druckaufnehmer 14 nur auf einer genau
definierten Wegstrecke als Meßsignal verwendet wird.
Vor dieser Wegstrecke erfolgte Druckabsenkungen er-
füllen somit nicht die logische Bedingung und bleiben
für die Aktivierung des "Zeitpunktes Null" unberück-
sichtigt. In Fig. 8 ist dieser Druckverlauf am Druckauf-
nehmer 14 in Abhängigkeit der Zeit sowie der Gießkol-
benweg über die Zeit wiedergegeben.

Für den Gießkolbenweg besteht folgende Beziehung:

s_k = Gießkolbenhub bei geschlossener Form

(z. B. $s_k = 900$ mm)

s_F = Startpunkt für die Aktivierung der logischen Be-
dingungen zur Festlegung des Zeitpunkts Null

Legt man ein konstantes Weginkrement, bestehend
aus der maximalen Gießrestdicke und einem Sicher-
heitszuschlag von z. B. 120 mm zugrunde, so ergibt sich

$$s_F = s_k - 120 \text{ mm} = 900 - 120 = 780 \text{ mm.}$$

Ab dem Punkt $s_F = 780$ mm wird demnach die logische
Bedingung aktiviert. Die logische Bedingung für den
Zeitpunkt Null ist erfüllt bei $s_F(\text{Ist})$, wenn eine Druck-
schwelle von z. B. 10 bar erfüllt ist.

Der Ist-Wert des Gießkolbenwegs $s_F(\text{Ist})$ und der Ist-
Wert des Druckaufnehmers $p(\text{Ist})$ werden an den Meß-
rechner übertragen. Ist die logische Bedingung für die
Aktivierung des Zeitpunkts Null erfüllt, wird dieser

Zeitwert vom Meßrechner erfaßt und abgespeichert. Nach Aufnahme der Kurven im Datenspeicher des Meßrechners werden die Kurven am Bildschirm dargestellt, und zwar zusammen mit der Kennzeichnung der Aktivierung für den "Zeitpunkt Null" in Form der in Fig. 9 dargestellten Kurve.

In Fig. 8 ist demnach zunächst der konstante Druck p_1 im Druckaufnehmer 14 nach Fig. 7 dargestellt, so lange der Gießkolben 2 noch steht ($s_1 = 0$). Zum Zeitpunkt t_1 startet der Gießkolben seine Vorwärtsbewegung (Pfeil 16) und es findet entlang der Wegkurve 17 eine lineare Wegbewegung über die Zeit statt. Während dieser Phase tritt eine allmähliche Druckreduzierung entlang der Druckkurve 18 ein, bis zum Ende der Formfüllphase im Punkt 19. Zu diesem Zeitpunkt kommt der Gießkolben 12 nahezu zum Stillstand (Punkt 20) und es findet der zuvor beschriebene schlagartige Druckabfall vom Punkt 19 zum Punkt 21 in Fig. 8 statt. Hierbei wird im Punkt 22 eine Druckschwelle von z. B. 10 bar als Schaltschwelle zur Festlegung des "Nullpunkts" gewählt, die erst ab dem Weginkrement S_f auftritt und der jeweilige exakte Ort ist als $S_f(\text{Ist})$ definiert.

In der in Fig. 9 gemessenen Ist-Druckprofilkurve werden in einem zweiten Schritt vom Meßrechner die Sollpunkte der Druckprofilkurve dem Zeitpunkt Null zugeordnet und auf dem Bildschirm dargestellt. Hieraus ergibt sich die Darstellung nach Fig. 10, d. h., ausgehend vom "Zeitpunkt Null", dessen Ermittlung zuvor beschrieben ist, werden die aus der Tabelle in Fig. 5 vorgegebenen Sollwerte der Punkte 1 bis 5 in das Diagramm der gemessenen Ist-Kurve nach Fig. 9 eingefügt, so daß sich die Darstellung nach Fig. 10 ergibt. Damit ist ein exakter Vergleich der Soll-Druck-Profilkurve mit der Ist-Druck-Profilkurve möglich. Dies ergibt sich unmittelbar aus der Darstellung nach Fig. 10.

In Weiterbildung der Erfindung können die in der Tabelle nach Fig. 5 eingetragenen minimalen und maximalen Grenzwerte auf der Sollkurve nach Fig. 10 eingetragen werden. Erfolgt ein Schneiden der Ist-Kurve mit den eingegebenen Grenzwertstrecken, so sind die Toleranzen nicht überschritten. Dies ist in Fig. 11 sinngemäß dargestellt. Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 11 liegt der Punkt 1 beispielsweise außerhalb der Toleranz. Alle weiteren Punkte liegen innerhalb des Toleranzbandes.

Es ist weiterhin möglich, manuell beliebige weitere Überwachungspunkte in die Tabelle nach Fig. 5 einzutragen. Auch diese Überwachungspunkte werden auf dem Bildschirm des Meßrechners angezeigt. In der Fig. 11 ist dies beispielsweise der Punkt 6. Diese manuell eingetragenen Punkte ermöglichen z. B. die Überwachung des Druckes während einer Flanke. Damit stehen dem Meßrechner alle Daten zur Verfügung, um die an einem geregelten Gießaggregat eingegebenen Geschwindigkeits- und Druckprofilkurven auf einfache Weise und ohne manuelle Programmierung des Meßrechners zu vergleichen, auf Toleranz-Verletzungen zu untersuchen und alle bekannten statistischen Methoden anzuwenden.

Gemäß der Erfindung können anstelle von eingegebenen Soll-Profilkurven auch sogenannte "Masterkurven" verwendet werden, die sich als Profilkurven von gemessenen Teilen guter Qualität ergeben. Diese "Masterkurven" können im Rechner abgespeichert werden und analog zu dem zuvor beschriebenen Verfahren mit gemessenen Ist-Werten verglichen und bewertet werden.

Es ist darüberhinaus möglich, die Masterkurven $f = v(t)$ oder $f = p(t)$ mittels eines Cursor abzufahren und an

jeder beliebigen Stelle den relevanten Wegpunkt oder Druckpunkt als Sollpunkt vorzugeben. Aus diesem so vorgegebenen Sollpunkten wird wiederum, wie zuvor beschrieben, der Vergleich zwischen Ist- und Sollpunkten bzw. Ist- und Sollkurven durchgeführt.

Die Erfindung ist nicht auf das dargestellte und beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. Sie umfaßt auch vielmehr alle fachmännischen Weiterbildungen und Abwandlungen im Rahmen der Schutzrechtsansprüche.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Prozeßüberwachung und/oder Regelung des Gießaggregats einer Druckgießmaschine,

— wobei in einen Rechner der Druckgießmaschine manuell eingegebene, gewünschte Einstellwerte und/oder sonstige fest vorgegebene Eingabewerte sogenannte Soll-Profilkurven und/oder Sollpunkte mit definierten Positionen bilden,

— wobei während eines Gießzyklus Prozeßparameter durch Meßwertaufnehmer gemessen und dem Meßrechner zugeführt werden und sogenannte Ist-Profilkurven bilden,

— wobei eine Prozeßüberwachung bzw. -regelung durch einen Vergleich der Ist-Profilkurven mit den Soll-Profilkurven und/oder entsprechender Punkte durchgeführt wird, dadurch gekennzeichnet,

daß für einen Vergleich von Ist- und Soll-Profilkurven eine Zuordnung der Gießkolbengeschwindigkeit zum Gießkolbenweg und/oder des Gießkolbendrucks zum Gießkolbenweg bzw. zur zugehörigen Gießzeit für gemessene Ist-Werte erfolgt und daß mittels Eingabewerte und/oder durch Masterkurven vorgegebene Vergleichswerte zu beliebigen, jedoch übereinstimmenden Wegpositionen des Gießkolbens bzw. zugehörigen Gießzeiten zugehörige Sollwerte unter Berücksichtigung von Toleranzen mit den Ist-Werten im Rechner verglichen werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für einen Vergleich von Ist- und Soll-Geschwindigkeitsprofilkurven des Gießkolbens im Rechner für einen Arbeitszyklus eine erste Ist-Profilkurve für den Gießkolbenweg in Abhängigkeit von der Zeit ($f = s(t)$)

— und eine zweite Ist-Profilkurve für die Gießkolben-Geschwindigkeit in Abhängigkeit von der Zeit ($f = v(t)$) ermittelt wird,

— daß zu beliebigen, jedoch übereinstimmenden Wegpositionen des Gießkolbens aus gemessenen Ist-Weg-Werten des Gießkolbens ($f = s(t)$) die zugehörigen Ist-Geschwindigkeits-Werte des Gießkolbens ($f = v(t)$) durch den Rechner ermittelt und diese so ermittelten Geschwindigkeit-Ist-Werte, gegebenenfalls unter Berücksichtigung von eingegebenen Toleranzgrenzen, mit den Geschwindigkeits-Soll-Werten des Gießkolbens in den Vergleichspositionen verglichen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine tabellarische Eingabe von Sollwerten für die Gießkolbengeschwindigkeit in Abhängigkeit vom Gießkolben-Weg, gegebenen-

falls unter Einbeziehung von Toleranzgrenzen erfolgt und daß die vom Rechner zu bestimmten Wegpositionen ermittelten Ist-Geschwindigkeitswerte des Gießkolbens mit den so im Rechner gespeicherten Soll-Geschwindigkeitswerten in der gleichen Wegposition unter Berücksichtigung von Toleranzgrenzen verglichen werden und daß außerhalb der Toleranzgrenze ermittelte Ist-Geschwindigkeitswerte des Gießkolbens als Fehler ausgewertet werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß neben einem Vergleich von Ist/Soll-Geschwindigkeits-Profilkurven zu bestimmten Gießkolbenpositionen bzw. Gießzeiten ein Vergleich von Ist/Soll-Druckprofilkurven erfolgt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Startzeitpunkt zur Aufnahme der Ist-Druckprofilkurve variabel ist, wobei für einen Vergleich von Ist- und Soll-Druckprofilkurven eine "Nullpunktfestlegung" erfolgt.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß eine tabellarische Eingabe von Soll-Druckdaten des Gießkolbendrucks in Abhängigkeit der Gießzeit erfolgt, zur Bildung einer Soll-Profildruckkurve im Meßrechner, wobei zur zeitlichen Abstimmung von Ist- und Sollwerten als "Zeitpunkt Null" der Fast-Stillstand des Gießkolbens nach der Formfüllphase auf einer definierten Wegstrecke ($S_K - S_F$) des Gießkolbens dient und wobei vorzugsweise Minimum/Maximum-Grenzwerte als Toleranzgrenzen festlegbar sind.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Gießgarnitur (11) der Druckgießmaschine einen Druckaufnehmer (14) auf der der Druckseite (23) gegenüberliegenden Seite (24) eines Hydraulikkolbens (25) aufweist, mittels welchem der durch die Kolbenbewegung des Hydraulikkolbens (15) erzeugte dynamische Druck zeitabhängig aufgenommen und dem Rechner zugeführt wird, wobei zur relativen "Nullpunktjustierung" der Zeitskalen der Ist-Druckprofilkurve und der Soll-Druckprofilkurve derjenige Zeitpunkt der Ist-Druckprofilkurve verwendet wird, bei dem der durch die Kolbenbewegung des Hydraulikkolbens (25) erzeugte dynamische Druck schlagartig auf nahezu Null abfällt.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ist- und/oder Soll-Weg- bzw. Geschwindigkeitsprofilkurven und/oder die Ist- und Soll-Druckprofilkurven auf einem Bildschirm angezeigt werden.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Eingabe der Sollwerte über einen Maschinenrechner der Druckgießmaschine erfolgt, der diese Daten einem Meßrechner zuführt, wobei der Maschinenrechner die Maschinensteuerung übernimmt.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die im Meßrechner erfaßten Soll- und Ist-Profilkurven tabellarisch und/oder graphisch erfaßbar und ausgabbar sind.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß gewünschte Soll-Geschwindigkeits- und/oder Soll-Druck-Profilkurven in bestimmten Kurvenverläufen eine Rampe aufweisen.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden An-

sprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen durch die Maschineneinstellung festgelegten Schaltpunkten bzw. Vergleichspunkten der Gießkolben-Stellung bzw. der Gießzeit für einen Ist-Sollvergleich beliebige Zwischenstellungen einstellbar sind, wobei die zugehörigen Profilkurvenpunkte durch Rechner-Interpolation ermittelt werden.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß anstelle der in den Rechner der Druckgießmaschine eingegebenen gewünschten Einstellwerte zur Bildung von Sollprofilkurven weiterhin oder alternativ ermittelte Druckgießkurven für Produkte guter Qualität als "Masterkurven" verwendet werden und die so erhaltene "Master-Sollprofilkurve" mit gemessenen Ist-Profilkurven verglichen wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß eine Master-Geschwindigkeits-Profilkurve und/oder eine Master-Druckprofilkurve ermittelt und als Sollprofilkurve verwendet wird.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Meßrechner ein Cursor auf einer Weg- und/oder Geschwindigkeits- und/oder Druckprofilkurve bewegt wird und daß der Meßrechner zu jeder Cursor-Position die Stellung des Gießkolbens ermittelt, und daß die so ermittelte Ist-Profilwerte mit zugehörigen Soll-Profilwerten bei der gleichen Gießkolbenstellung verglichen werden.

16. Meßsystem zum automatischen Vergleich der Einstellparameter eines Gießaggregats mit gemessenen Gießparametern, dadurch gekennzeichnet, daß alle Einstellparameter (Soll-Werte des Gießaggregats) derart generierbar sind, daß nach Aufzeichnung von Ist-Kurven ein sofortiger automatischer Vergleich mit den Einstellparametern bzw. Einstellkurven erfolgt.

17. Meßsystem insbesondere nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß in einer tabellarischen Eingabe von Einstellparametern einer Druckgießmaschine eine Geschwindigkeitsprofilkurve darstellbar ist, in der eine Zuordnung von Geschwindigkeitspunkten zur Gießkolbenstellung erfolgt, wobei eine Aufzeichnung einer Ist-Geschwindigkeitskurve als v/t -Kurve erfolgt und die Ermittlung der Ist-Geschwindigkeit für bestimmte Punkte bzw. Kolbenstellungen dadurch erzielbar ist, daß auf die einzelnen relevanten eingegebenen Punkte auf der vom Meßrechner erstellten s/t -Kurve senkrechte Strahlen erzeugbar sind, und am Schnittpunkt mit der v/t -Kurve die Ist-Geschwindigkeitswerte automatisch ermittelbar sind.

18. Meßsystem zum automatischen Vergleich der Einstellparameter eines Gießaggregats mit den gemessenen Gießparametern, wobei die Einstellparameter der Druckgießmaschine aus einer tabellarischen Eingabe bestehen, aus der eine Druckprofilkurve ableitbar ist, zur Darstellung einer p/t -Kurve und wobei den einzelnen Druckpunkten entsprechende Zeitwerte nach "Gießkolbenstop" am Ende der Formfüllphase zugeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßpunkt "Gießkolbenstop" durch die abfallende Druckflanke an der Kolbenstangenseite des Gießzylinders gebildet ist.

19. Meßsystem nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßpunkt "Gießkolbenstop" als Meßsignal erfaßt und vom Meßsystem als senk-

rechter Strahl T0 generierbar ist, daß auf den Zeitabschnitt T0 + X, die bei Eingabe der Druckprofil-
tabelle festgelegt worden sind, im Meßsystem wei-
tere senkrechte Strahlen generierbar sind und daß
die Schnittpunkte mit der Ist-Druckkurve mit den
tabellarischen Einstelldaten der Maschineneinstel-
lung vergleichbar und auswertbar sind. 5

20. Meßsystem nach einem oder mehreren der vor-
hergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
daß bei der Eingabe von Maschineneinstelldaten
gleichzeitig obere und untere Toleranz grenzen
eingebar sind, wobei die Toleranzgrenzen in ei-
nem Meßaufschrieb automatisch anzeigbar und
Abweichungen zum Soll-Wert digital als Zahlen-
wert darstellbar sind. 15

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

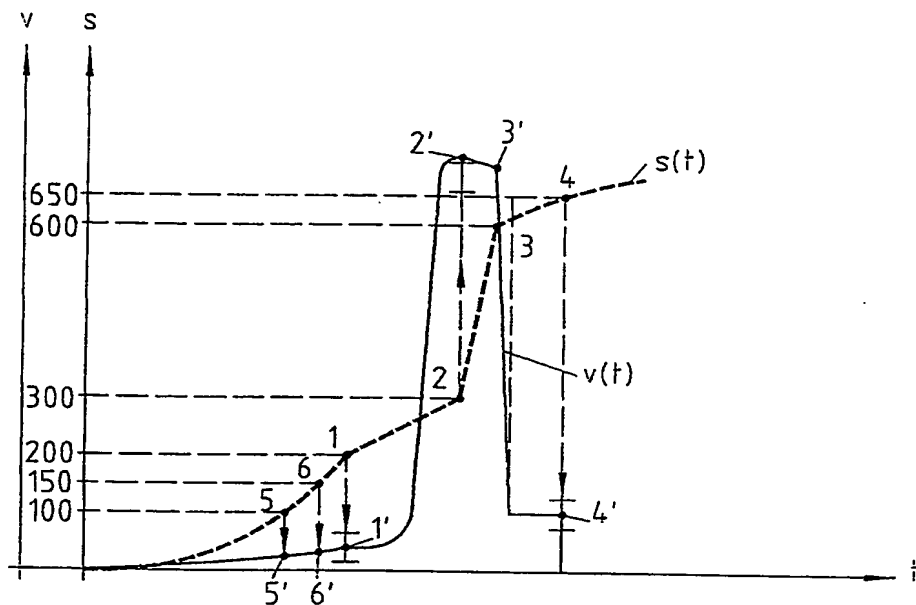


Fig.2



Punkt		1	2	3	4	5	6	7
Position	mm	200	300	600	650	usw.		
Sollgeschw.	m/s	0,1	3,5	3,5	0,4			
Istgeschw.	m/s	0,1	3,7	3,4	0,35			
Toleranzfeld Geschwindigkeit	min.	0,09	3,4	3,4	0,35			
	max.	0,11	3,6	3,6	0,45			
Toleranzverletzung								

Fig.3

Punkt	Position mm	Geschwindigkeit		Grenzwerte	
		m/s	Rampe	min m/s	max m/s
1	200	0,1	j	0,09	0,11
2	300	3,5	n	3,4	3,6
3	600	3,5	n	3,4	3,6
4	650	0,4	j	0,35	0,45
5					

Fig.1

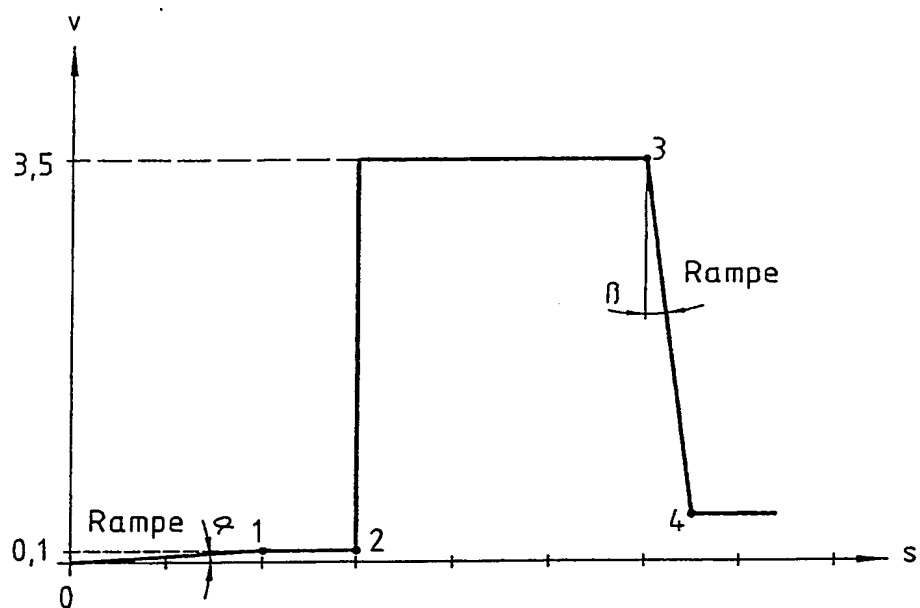


Fig.1a

Punkt		1	2	3	4	5	6	7
Position	mm	200	300	600	650	100	150	
Sollgeschw.	m/s	0,1	3,5	3,5	0,4	0,05	0,075	
Istgeschw.	m/s							
Toleranzfeld Geschwindigkeit	min.							
	max.							
Toleranzverletzung								

Fig.4

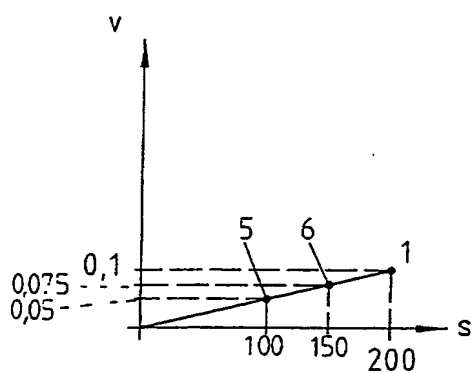


Fig.4a

Punkt	Zeit ms	Druck		Grenzwerte	
		bar	Rampe	min bar	max bar
1	0	200	n	190	210
2	50	300	j	290	310
3	100	400	j	390	410
4	200	400	n	390	410
5	250	160	j	150	180
6					

Fig.5

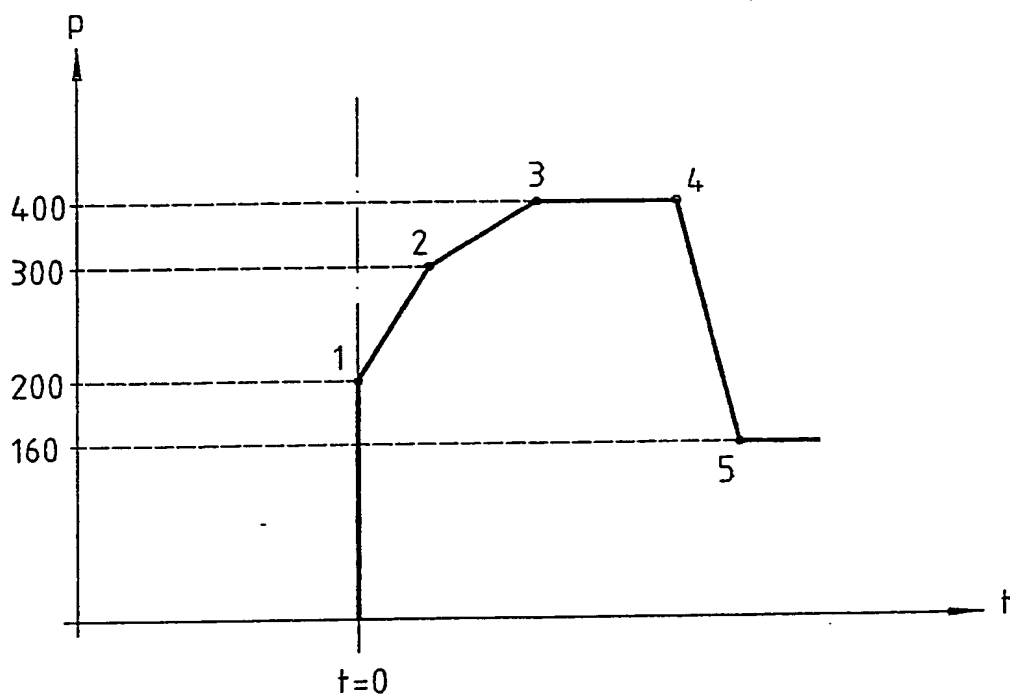


Fig.6

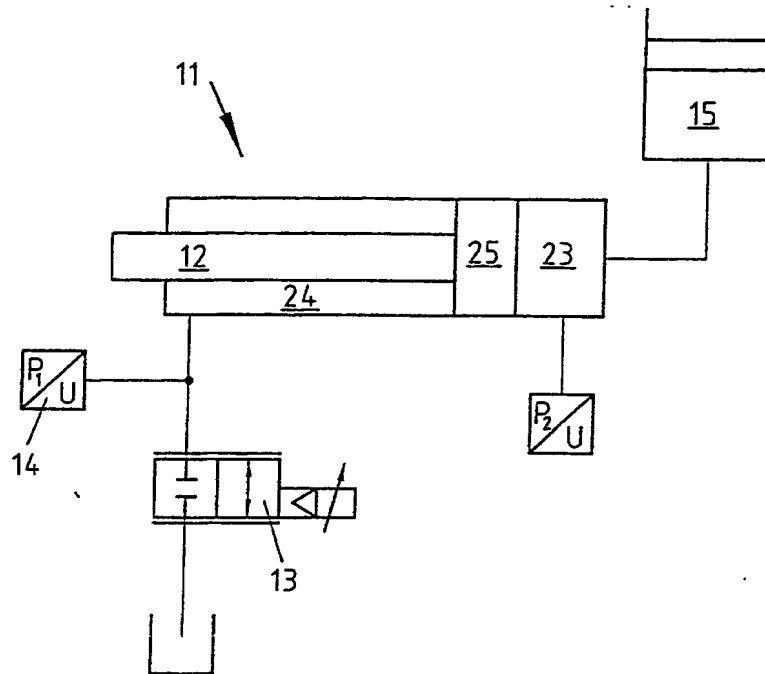


Fig.7

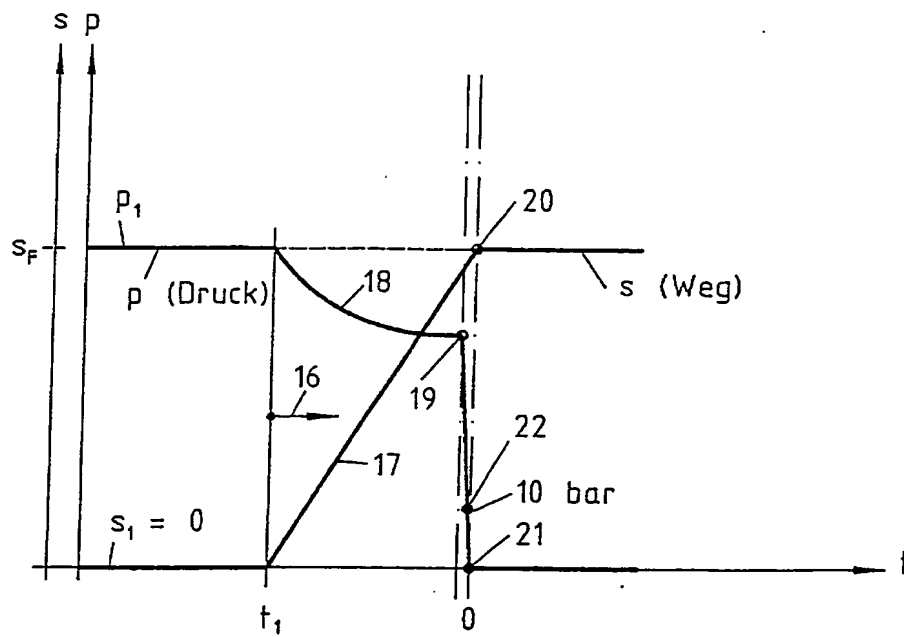


Fig.8



Fig.9

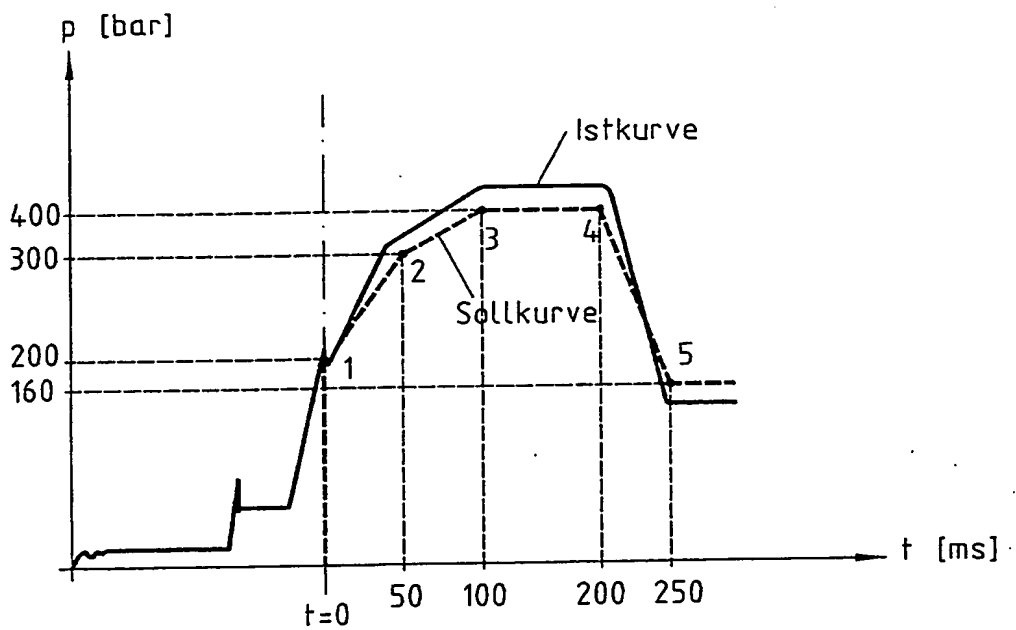


Fig.10

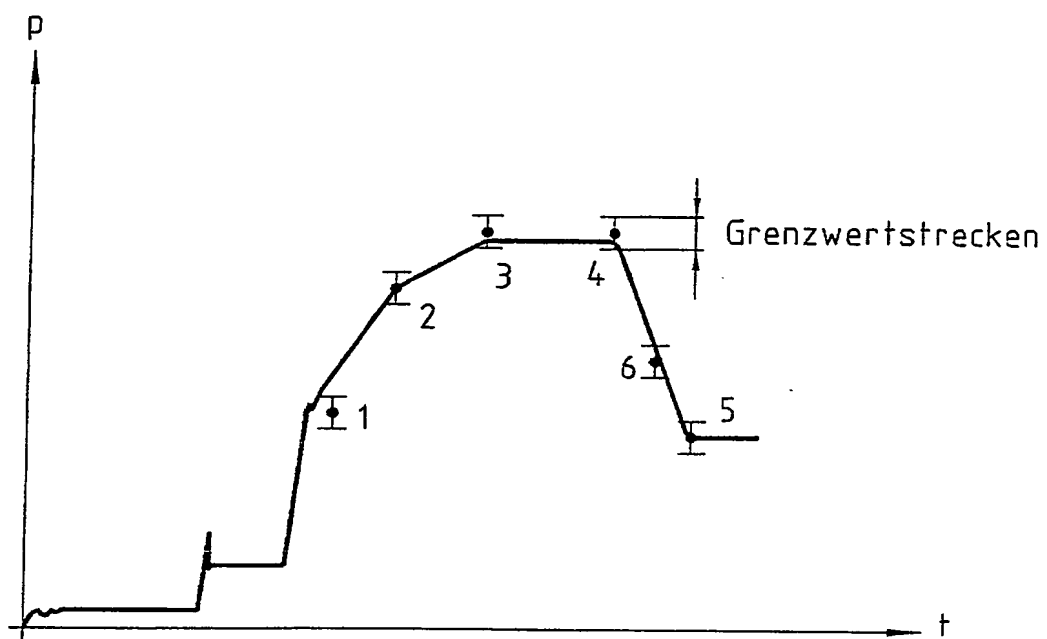


Fig.11